

The Effectiveness of an Educational Unit Based on the STEM Integration Approach in the Acquisition of Environmental Concepts among Eighth-Grade Students

فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحى التكامل STEM في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي

Iyad Al-Titi^{1*}, Wesal Al-Omari².

¹Ministry of Education, Irbid, Jordan.

²Yarmouk University, Irbid, Jordan.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 Oct 2020

Accepted 17 Jan 2021

Published 01 Jan 2022

*Corresponding author:

Ministry of Education, Irbid, Jordan.

Email: iyadtiti73@yahoo.com.

Abstract

This study aimed to investigate the effect of designing an educational unit based on the STEM integration approach and its impact on the acquisition of environmental concepts among eighth-grade students in Jerash Governorate during the academic year ٢٠١٩/٢٠٢٠. The study sample consisted of ٤٩ female students. One data collection tool was developed: an environmental concepts test encompassing five dimensions: semantics, discovery of the scientific concept, interpretation of observations, application of the concept in problem-solving, and use of the concept in inference and generalization. The findings showed that there were statistically significant differences between the two averages of the post-test scores on the environmental concepts test across its five dimensions, favoring the students in the experimental group compared to those in the control group. The results indicated that the effect size was as follows: ٧٤,٧٨% for the skill of using the scientific concept in inference and generalization, ٦٥,٥٤% for the skill of concept discovery, ٥٤,١٣% for the skill of determining verbal significance, ٥٢,٦٣% for the skill of interpreting observations, and ٣٤,٢٢% for the skill of applying the scientific concept in problem-solving.

Keywords: Integration Approach STEM, Environmental Concepts, Eighth Grade.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحى التكامل STEM في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في محافظة جرش للعام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠١٩. تكونت الدراسة من (٤٩) طالبة، قُسمت إلى مجموعتين: مجموعة ضابطة وعددها (٢٣) طالبة، وتجريبية وعددها (٢٦) طالبة. لجمع البيانات تم تطوير اختبار اكتساب المفاهيم البيئية في أبعاده الخمسة (الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم في حل المشكلات، واستخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم). كشفت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي على اكتساب المفاهيم البيئية في ضوء الأبعاد الخمسة؛ لصالح طالبات

المجموعة التجريبية مُقارنةً بطالبات المجموعة الضابطة. وأوضحت النتائج أن حجم الأثر فيها (٧٤,٧٨٪) لمهارة استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم، و٦٥,٥٤٪ لمهارة اكتشاف المفهوم، و٥٤,١٣٪ لمهارة تحديد الدلالة اللفظية، و٥٢,٦٣٪ لمهارة تفسير الملاحظات، و٣٤,٢٢٪ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات).

الكلمات المفتاحية: منحنى التكامل STEM، المفاهيم البيئية، طالبات الصف الثامن الأساسي.

١. المقدمة

١,١ الإطار النظري والدراسات السابقة

يعد اكتساب المفاهيم البيئية وتنميتها لدى الطلبة من الأهداف الرئيسية التي تسعى لها مناهج العلوم في وزارة التربية والتعليم، وهذا يتطلب مداخل حديثة لتدريس هذه المفاهيم؛ من أجل تعميق فهم الطلبة للمشكلات والقضايا البيئية، وعرضها بطريقة مشوقة تتيح الفرصة لدى الطلبة في فهم كل ما يحيط بهم في البيئة، وممارسة العديد من الأنشطة الحياتية البيئية، وبالتالي المساعدة في حل المشكلات البيئية.

لقد أصبح التعليم البيئي جزءاً مهماً من التعليم وبخاصة في تعليم العلوم، وقد أشار بن سعيد (٢٠١١) أن مناهج العلوم من المناهج الأساسية التي يحتاج إليها الطلبة لأنها تزودهم بمعارف ومهارات تفيدهم في حياتهم، وتساعدتهم في حل ما يعترضهم من مشكلات، كما تُسهم في تنمية الإبداع والقدرات العقلية لدى الطلبة، كما تحوي العديد من المعارف والمعلومات البيئية، والتي تدفع الطلبة إلى حماية البيئة وحل مشكلاتها.

ومن ضمن المحاولات الجادة في تفعيل التعلم البيئي، وربط الطلبة بالحياة، ظهر منحنى (STEM) مبكراً في عام ١٩٩٠ عبر مؤسسة العلوم الوطنية (National Science Foundation) وبدأ بالاختصار (SMET) وأعادت مؤسسة العلوم الوطنية (NSF) ترتيب المصطلح (SMET) ليصبح (STEM) (Bybee, 2013).

يشير كيم (2011) Kim إلى أن (STEM) هو الاختصار الذي اعتمدته المؤسسة الوطنية بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٠. وتطور المفهوم لاحقاً من قبل خبراء بأمريكا الشمالية لوصف مشكلات تدني ترتيب الولايات المتحدة في مؤشر البرنامج الدولي لتقييم الطلبة (PISA Programmed for International student Assessment) المهم بالعلوم والرياضيات، وضعف الاهتمام تجاه (STEM).

وعرف مور المشار إليه في كيلي ونولز (Kelley & Knowles, 2016) منحنى (STEM) بأنه محاولة لدمج بعض أو كل التخصصات الأربعة للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في وحدة واحدة أو درس واحد، بحيث يعتمد على العلاقات بين الموضوعات المرتبطة والمشكلات الحقيقية التي يواجهها العالم. ولقد أصبح تعليم منحنى التكامل (STEM) اتجاهاً عالمياً؛ فمنهج (STEM) صمم من أجل تزويد الطلبة بالمعرفة، والاتجاهات، والمهارات، والقدرات لحل المشكلات العالمية الحقيقية ومساعدتهم على مواجهة التغيرات السريعة في القرن الحادي والعشرين (Bybee, 2013). وتُعزف ثقافة (STEM) بأنها قدرة الأفراد على تطبيق فهمهم عن العالم من حولهم من خلال المجالات الأربعة العلمية والتكنولوجية والهندسية والرياضية والعلاقات المتبادلة بينهم (Lurker, 2012).

ويُعد مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) مدخلاً بينياً يزيل الحواجز بين فروع المعرفة الأربعة: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات ويكامل بينهما إذ يُقدم للتلاميذ خبرات تعلم من مواقف الحياة الواقعية أكثر من كونه يُقدم حقائق منفصلة مفككة، وهو طريقة ابتكارية في التدريس تؤثر في التعلم بطريقة إيجابية (Wang, et al., 2011).

كما أن التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) هو امتداد لجهود إصلاح تعليم العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية على مدار العقدين الماضيين، وذلك ضمن اتجاه العلم لجميع الأمريكيين الذي كان مُصمماً لتوجيه الإصلاح التعليمي، والذي يُعد ذا أهمية كبيرة لمعالجة التكامل بين العلوم والرياضيات والتكنولوجيا التي يُعتقد أنها النقاط المرجعية للثقافة العلمية (المحيسن وخجا، ٢٠١٥). ويرى كيلي ونولز (Kelley & Knowles, 2016) أن الدافع العالمي المتسارع لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في عملية التعلم مدفوع بالآثار البيئية والاجتماعية للقرن الحادي والعشرين، مما يُعرض الأمن العالمي للخطر وكذلك الاستقرار الاقتصادي.

لقد دمج برنامج الاتحاد الوطني للحياة البرية في الولايات الأمريكية في المدارس البيئية منحي التكامل (STEM) بالمنح البيئي وصيغ هذا المصطلح بـ (GREEN STEM)، ويوجد أربع ركائز أساسية تستند عليها التربية البيئية و (ESTEM) وهي التعليم متعدد التخصصات، والتعلم من خلال المشاريع، والتعلم المتمحور حول الطالب، ونهج البنائية كلاستقصاء (Soper, et al, 2015).

وتزايد الاهتمام بمنح التكامل (STEM) عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية الموحدة للطلبة (TIMSS) حيث تخلفت الولايات المتحدة عن منافسيها الدوليين، وأظهر تقرير رابطة الحكام الوطنية (NGA) أن من أهم أسباب الإخفاق هو عدم صرامة تطبيق معايير العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام، وعدم التحضير للاعتقاد والاهتمام بنهج (STEM)، والقصور في تحفيز دوافع واهتمام الطلبة نحو الرياضيات والعلوم، وعدم التكامل بين الموضوعات التي يتعلمها الطلبة والعلم الحقيقي (Thomasion, 2011).

وبناءً على ما سبق فالتعليم بمنح التكامل (STEM) لا يؤثر فقط في تحسين أداء الطلبة في العلوم والرياضيات، بل يؤثر أيضًا في نمو الثقافة العلمية والتكنولوجية لهم وهي ضرورية للفرد في القرن الحادي والعشرين (Herschbach, 2011). لقد دعا مؤتمر بلغراد إلى إدخال المفاهيم البيئية في برامج التعليم النظامي وغير النظامي، وكان ميثاق بلغراد بمنزلة إطار شامل حدد أسس العمل في مجال التربية البيئية، بهدف تطوير عالم يكون سكانه أكثر وعيًا بالبيئة واهتمامًا بمشكلاتها، ويمتلكون المعارف التي تُسهم في حل المشكلات القائمة وتجنب حدوث مشكلات جديدة (السعود، ٢٠١٣).

ويرى تيكا وكوتونين وتاينيس (Tikka, et al., 2000) أن الاهتمام بتنمية المفاهيم البيئية كاتجاه تربوي حديث وأساليب تدريسها لدى الطلبة كأحد أهداف التربية البيئية وذلك لما أثبتته الدراسات من تأثير لهذه المفاهيم في كل من الاتجاهات والسلوكيات البيئية. ويرى السعدي (٢٠١٥) أن افتقار الإنسان للمعارف والاتجاهات الإيجابية نحو البيئة هو السبب الرئيس في تصرفات الإنسان غير المسؤولة، وسلوكياته الخاطئة لمعظم قضايا البيئة، وإن وعي الفرد ببيئته يرتبط بمعرفته لها وبمعلوماتها عنها ونوع اتجاهاته نحوها، فكلما كانت هذه المعرفة صحيحة وواقعية والاتجاهات إيجابية نحو البيئة ساهم ذلك في تعامله معها بشكل إيجابي.

ويؤكد كولن (Cullen, 2001) أنه كلما زادت معرفة الأفراد حول البيئة، زادت نزعتهم للمشاركة في نشاطات إيجابية نحو حماية البيئة وإيجاد حلول للمشكلات البيئية مما يولد وعيًا واتجاهات بيئية تتحول إلى سلوك مسؤول بيئيًا. لذا ينبغي لمعلمي العلوم البحث المستمر والتخطيط الفعال للاستفادة من المداخل الحديثة في التدريس وعدم الاعتماد على الأساليب التقليدية في التدريس حيث أن هذه الأساليب قد ثبت قصورها في تنمية الوعي البيئي للطلبة وفي اكتساب عمليات العلم (اللقاني ومحمد، ١٩٩٩).

كما يجب الاهتمام ببيئة التعلم المستدامة مثل تبني فكرة المدارس الصديقة للبيئة أو ما يُطلق عليها أيضًا المدارس الخضراء، وتطبيق المعلمين لأساليب التدريس المختلفة التي من ضمنها المناقشة ولعب الأدوار والقصة، والحكايات والمشروعات البيئية والمسابقات والرسوم البيئية وتوظيف التكنولوجيا الحديثة (مكتب اليونسكو بيروت، ٢٠١٤؛ Ford, ٢٠٠٤). وانطلاقًا من الشعور الحقيقي بالآثار المترتبة على تفاقم المشكلات البيئية، ازداد الاهتمام بالبيئة والتربية البيئية في الأردن نتيجة الوضع البيئي السيء، فقد ورد في تقرير البنك الدولي أن كلفة التدهور البيئي في الأردن عام ٢٠٠٦ بلغت (٩٨٪، ٣) من إجمالي الناتج المحلي، وأشارت نتائج قياس الأداء البيئي العالمي الذي صدر عن جامعة كولومبيا إلى أن الأردن حاز في العام (٢٠٠٦) المركز (٦٤) من أصل (١٣٣) دولة شملت عملية القياس (أبو يوسف، ٢٠١٠).

مما سبق، يتضح مدى أهمية البحث عن اتجاهات ومناهج حديثة أكثر فاعلية في تجويد التعليم وتحسين مخرجاته؛ من أجل رفع الوعي البيئي وحماية البيئة والمحافظة عليها، من هنا جاءت أهمية هذه الدراسة التي سعت إلى استقصاء فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منح التكامل (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.

لقد اهتم العديد من الباحثين في مجال العلوم بمنح التكامل (STEM)، وقد أشارت نتائج دراسات عديدة إلى أن هناك أثرًا واضحًا لهذا المنح في تعلم العلوم، ومن هذه الدراسات دراسة هيلفاش وهيلفاش (Helvaci & Helvaci, 2019) والتي هدفت إلى تحديد أثر تطبيق أنشطة (ESTEM) في الوعي البيئي لدى طلبة الصف السادس الأساسي للعام ٢٠١٧/٢٠١٨، وأجريت الدراسة على ١٨ مشاركًا في تركيا، واستخدم الباحثان المقابلات شبه المنظمة، وأظهرت النتائج أن تطبيق أنشطة (ESTEM) كان له أثر إيجابي في الوعي البيئي لدى طلبة الصف السادس الأساسي وخاصة فيما يتعلق بإعادة التدوير.

وهدفت دراسة أبو موسى (٢٠١٩) إلى الكشف عن فاعلية وحدة في العلوم مصممة وفق منحنى (STEM) التكاملي في تنمية الممارسات العلمية لدى طالبات الصف التاسع، وأجريت الدراسة على ٤٠ طالبة في مديرية شرق خان يونس، وأعدت الباحثة أدوات الدراسة في تحليل محتوى الوحدة وفق أبعاد (STEM)، وقائمة الممارسات العلمية، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الممارسات العلمية في التطبيقين القبلي والبعدي لبطاقة الملاحظة، وأن لتدريس العلوم وفق منحنى (STEM) أثر كبير في تنمية الممارسات العلمية.

وهدفت دراسة المحمدي (٢٠١٨) إلى تقصي فاعلية التدريس وفق منهج (STEM) على تنمية قدرة طالبات المرحلة الثانوية على حل المشكلات. وتكونت عينة الدراسة من (٣٠) طالبة من طالبات المرحلة المتوسطة، وقامت الباحثة باختيار مجموعة من المشكلات تكونت من (١٠) مشكلات مفتوحة النهاية وبناء اختبار لقياس القدرة على حل المشكلات، وأظهرت النتائج فاعلية التدريس وفق منهج (STEM) في تنمية قدرة طلبة المرحلة الثانوية على حل المشكلات.

كما أجرى اوماكول وشاوتشاتوفون (2017) Ua-Umakul & Chaiwatchatuphon دراسة هدفت إلى بناء خطة درس من مادة العلوم وفق منحنى (STEM) وأثرها على قدرة طلبة المرحلة الثانوية العليا في حل المشكلات البيئية في تايلاند، وبلغ عدد أفراد الدراسة (٦٩) طالبًا وطالبة في المدارس الحكومية في بانكوك، واستخدم في الدراسة أداتين: خطة الدرس في ضوء (STEM)، واختبار القدرات على حل المشكلات البيئية. وأظهرت النتائج قدرة طلبة المرحلة الثانوية العليا على إنشاء مشاريع في ضوء (STEM) واستخدامها في حل المشكلات البيئية، وأظهرت النتائج أيضًا وجود أثر دال إحصائيًا بين متوسطات درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار القدرة على حل المشكلات البيئية لصالح التطبيق البعدي.

وهدفت دراسة هيتكامب (Heitkamp, 2016) إلى قياس فاعلية الأنشطة التعليمية القائمة وفق منحنى (STEM) في مناهج المرحلة الأساسية المتوسطة وأثرها في اكتساب معايير الثقافة البيئية (المعارف البيئية، والاتجاهات البيئية، والممارسات البيئية، والسلوكيات البيئية)، وبلغت عينة الدراسة (١٣١) طالبًا من الصف السابع في مدارس الولايات المتحدة الأمريكية، واستخدم في الدراسة البحث النوعي والكمي، وقامت الباحثة بتطوير مقياس معايير الثقافة البيئية في مينيسوتا (MSELS) والمطبق على الصفوف (السادس والسابع والثامن)، وطبقت الدراسة أداتين: اختبار اكتساب المعارف البيئية (قبلي، وبعدي) وتمت صياغة فقرات الاختبار في ضوء معايير الثقافة البيئية المطورة، واستخدمت المقابلة كأداة ثانية بعدد تسعة من الطلبة، وملاحظة المعلمين للطلبة، وأظهرت النتائج أن متوسط درجات طلبة الصف السابع تراوحت بين المتوسط إلى المرتفعة في جميع مجالات معايير الثقافة البيئية المطورة، ووجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات التلاميذ في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار معايير الثقافة البيئية المطور في مجال المعارف البيئية، وأظهرت النتائج كذلك من خلال المقابلات الشخصية بأن منحنى (STEM) له دور مهم في اكتساب المعارف البيئية لطلبة المراحل المتوسطة.

وأجرت صالح (٢٠١٦) دراسة هدفت إلى تقصي أثر وحدة مقترحة قائمة على مدخل العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM) في تنمية الاتجاه نحوه ومهارات حل المشكلات لطلبة المرحلة الابتدائية، وتكونت عينة الدراسة من مجموعة من طلبة الصف الخامس الأساسي في إحدى مدارس محافظة القاهرة في مصر. وأعدت أداتي البحث: مقياس الاتجاه نحو (STEM)، واختبار مهارات حل المشكلات. وتوصلت الباحثة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو (STEM) ككل ومحاوره الفرعية لصالح التطبيق البعدي، وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات حل المشكلات ككل ومهاراته الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

وأجرى يلديريم (Yildirim, 2016) دراسة هدفت إلى تحليل نتائج عدد من الدراسات البحثية التجريبية التي أجريت في مجال (STEM) والتي ركزت على أثر تعليم (STEM) على كل من تحصيل الطلبة وتنمية مهاراتهم في حل المشكلات، وحلل الباحث (٣٣) دراسة ورقية ورسائل جامعية منشورة في مجالات علمية محكمة، وذلك من أصل (٧٠) دراسة جمعها الباحث من مختلف المجالات والمواقع الإلكترونية المختصة بالأبحاث التربوية، وركز الباحث في عينته على المقالات العلمية المنشورة. وأظهرت النتائج تفوق الطلبة الذين يدرسون وفق منحنى (STEM) في التحصيل العلمي واكتساب مهارات حل المشكلات وتنمية اتجاهات الطلبة نحو (STEM) على الطلبة الذين لم يدرسوا وفق منحنى (STEM).

وأجرت رزق (٢٠١٥) دراسة هدفت إلى الكشف عن فاعلية تدريس مقرر التربية البيئية باستخدام منحنى التكامل (STEM) في تعلم العلوم لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات اتخاذ القرار لطلبة كلية التربية في جامعة طنطا في مصر، وتكونت عينة الدراسة من (٦٣) طالبًا من طلبة كلية التربية الذين يدرسون مساق التربية البيئية. وأعدت الباحثة أداتين

للبحث: أداة ملاحظة لمهارات القرن الحادي والعشرين، ومقياس مهارات اتخاذ القرار، وأسفرت الدراسة إلى أن التدريس باستخدام منحنى التكامل (STEM) كان له أثر مرتفع في تنمية بعض مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات اتخاذ القرار.

من خلال استعراض الدراسات السابقة، نلاحظ أنها تنوعت في أهدافها، وفي مجتمعاتها، ومنهجها، ونتائجها، وفي أماكن إجرائها، فبعض الدراسات كدراسة هيلفاش وهيلفاش (Helvaci & Helvaci, 2019) والتي هدفت إلى تحديد أثر تطبيق أنشطة ESTEM في الوعي البيئي لدى طلبة الصف السادس الأساسي، وهدفت دراسة اوماكول وشاوتشاتوفون (Ua-Umakul & Chaiwatchatuphon, 2017) للكشف عن فاعلية تدريس العلوم وفق منحنى (STEM) في حل المشكلات البيئية، وبعضها في درجة اكتساب المعارف البيئية كما في دراسة هيتكامب (Heitkamp, 2016)، والبعض الآخر هدفت الدراسة للكشف عن فاعلية وحدة من مادة العلوم وفق منحنى (STEM) التكامل في تنمية الممارسات العلمية كما في دراسة أبو موسى (٢٠١٩)، وتنمية مهارات حل المشكلات كدراسة المحمدي (٢٠١٨)، ودراسة صالح (٢٠١٦)، ودراسة يلديرم (Yildirim, 2016)، والبعض الآخر في تنمية بعض مهارات القرن الحادي والعشرين كما في دراسة رزق (٢٠١٥). وما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة هو استقصائها لفاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحنى التكامل (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي. وهذا لم تتناوله أية دراسة من الدراسات السابقة بحدود علم الباحث. واستفادت الدراسة من الدراسات السابقة، في وضع الإطار النظري لمنحنى التكامل (STEM) إذ شمل نشأته وتعريفاته وأهميته وأهدافه، وفي إعداد اختبار المفاهيم البيئية، وفي قياس أثر منحنى التكامل (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية، وأفادت الدراسات السابقة الدراسة الحالية كذلك في تحديدها للمتغيرات المستقلة والتابعة، وبيان أثر هذه المتغيرات في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي

٢. مشكلة الدراسة وأسئلتها

حرصت وزارة التربية والتعليم على إصلاح تعليم العلوم في الأردن من خلال إعداد وثيقة المعايير التخصصية لمعلم العلوم للصفوف (الأول الأساسي- الثاني عشر) في عام ٢٠١٨م، والتي تتيح الفرصة للطلبة بدراسة المعضلات الأخلاقية والقضايا المثيرة للجدل في مجال تعليم العلوم كالقضايا البيئية، إلا أن إصرار بعض المعلمين على الاكتفاء بطرائق التدريس التقليدية في تدريس العلوم، وهذا الأمر يؤثر سلباً في اكتساب الطلبة للمفاهيم العلمية عامة والمفاهيم البيئية خاصة. ونظراً لتدني مستويات الطلبة في اكتساب المفاهيم البيئية (السعدي، ٢٠١٥؛ الرواحي، ٢٠١٤)، وتدني المستوى التحصيلي لدى الطلبة في اختبار الدراسة المقارنة الدولية للتحصيّل في العلوم والرياضيات (TIMSS) منذ عام ١٩٩٩ حتى العام ٢٠١٥ (عبد، ٢٠١٦). وقد يدل هذا على قصور المناهج التعليمية في تضمين المفاهيم والاتجاهات والممارسات البيئية بصورة وظيفية فعالة لإكساب المتعلمين المعارف، ومهارات العلم وعملياته، وإكسابهم اتجاهات إيجابية نحو العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والبيئة، وتنويرهم بيئياً، وبالتالي زيادة الوعي البيئي والمسؤولية البيئية لدى الطلبة. وبناءً على ما تقدم؛ وشعوراً بأهمية الدراسة بالبحث عن مناهج حديثة كمنحنى التكامل (STEM) الذي يوفر مساحة لاستكشاف القضايا البيئية، ويعمل على زيادة اكتساب المفاهيم البيئية لدى الطلبة، لذلك سعت هذه الدراسة إلى استقصاء فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحنى التكامل (STEM)، في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.

٢,١ أسئلة الدراسة

وتلخصت مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

١. ما فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحنى التكامل (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي؟
٢. ما فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحنى التكامل (STEM) في تنمية مهارات اكتساب المفاهيم البيئية (الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم في حل المشكلات، واستخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم) في مادة العلوم لدى طالبات الصف الثامن الأساسي؟

٣. أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة كونها تسلط الضوء على موضوع اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي من خلال تقصي فاعلية وحدة في مادة العلوم مصممة وفق منحنى التكامل (STEM).

وتتمثل أهمية الدراسة في المنحيين النظري والتطبيقي:

١. الجانب النظري، تتمثل أهمية الدراسة بالآتي:

- يمكن أن تسهم هذه الدراسة في تطوير الخطط الدراسية وأساليب التدريس لدى المعلمين، واستخدام طرق وأنشطة ومناهج مناسبة لمنحى التكامل (STEM) لتعزيز مواطن القوة وتلافي مواطن الضعف في هذا المجال.
- قد تساعد نتائج الدراسة في توجيه أنظار القائمين على تطوير المناهج وفق منحى التكامل (STEM)، والإسهام مستقبلاً في وضع تصور لبرامج إرشادية وتربوية تدريبية مستندة على دمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في التعليم.
- تعتبر الدراسة الحالية من الدراسات الأولى - على حد علم الباحث- في الكشف عن فاعلية وحدة في العلوم مصممة وفق منحى التكامل (STEM)، وأثرها في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي

٢. الجانب التطبيقي، فإن أهمية الدراسة ستتمثل بالآتي:

- قد توفر هذه الدراسة اختباراً لاكتساب المفاهيم البيئية قد يستفيد منها طلبة البحث العلمي في إعداد أدوات بحوثهم، واستخدامه في دراسات مستقبلية.
- قد تسهم الدراسة في توجيه أنظار المشرفين التربويين إلى ضرورة تدريب المعلمين على استخدام منحى التكامل (STEM) في العملية التعليمية التعلمية.
- قد تفضي الدراسة إلى آفاق جديدة للباحثين، وذلك بتصميم وحدات تعليمية في مادة العلوم للمراحل التعليمية الأخرى في ضوء منحى التكامل (STEM) وقياس أثرها في اكتساب المفاهيم البيئية.

٤. التعريفات الإجرائية

تتناول الدراسة المصطلحات والتعريفات الإجرائية الآتية:

الفاعلية

تُعرف إجرائياً بمقدار الزيادة في درجات طالبات الصف الثامن الأساسي وحجم الأثر في أداء أفراد العينة الذي تحدثه الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل (STEM) على متغير اكتساب المفاهيم البيئية.

منحى التكامل (STEM)

وهو منحى تكاملي تتفاعل فيه العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في دورة تكاملية، بهدف تمكين الفرد من ربط المفاهيم العلمية عامة والمفاهيم البيئية خاصة مع العالم المحيط من خلال التطبيقات العملية التي يقوم بها الفرد بما يمكنهم من حل مشكلاتهم الحياتية ومنها البيئية وتكوين اتجاه نحو البيئة المحيطة به.

اكتساب المفاهيم البيئية

وهو مستوى ما يتكون لدى الفرد من فهم ومعنى مرتبط بالمفاهيم والمصطلحات البيئية الواردة في وحدة الكائنات الحية وبيئاتها في مادة العلوم للصف الثامن الأساسي، ومحصلة دراسته لهذه الوحدة، وتُقاس بالدرجة التي تحصل عليها طالبة الصف الثامن الأساسي في اختبار المفاهيم البيئية المعتمد في الدراسة.

٥. حدود ومحددات الدراسة

تقيد تعميم نتائج الدراسة بالحدود والمحددات الآتية :

- اقتصرَت الدراسة على طالبات الصف الثامن الأساسي في مدرسة ريمون الثانوية للبنات التابعة لمديرية تربية جرش وذلك في الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠١٩.
- تناولت الدراسة موضوعات وحدة الكائنات الحية وبيئاتها من كتاب العلوم الجزء الأول- للصف الثامن الأساسي.

- اعتمدت نتائج الدراسة على مدى صدق الأداة المستخدمة وثباتها، علماً بأنه تم التحقق من صدق الأداة وثباتها وفق الأصول البحثية.
- تتحدد الدراسة بأدواتها وخصائصها السيكمترية.

٦. الطريقة

٦,١ منهج الدراسة

تم استخدام التصميم شبه التجريبي في هذه الدراسة، وذلك باختبار أثر متغير تجريبي مستقل والمتمثل بتصميم وحدة في العلوم وفق منحى التكامل (STEM)، مقابل الطريقة الاعتيادية في المتغير التابع والذي يشمل اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.

٦,٢ أفراد الدراسة

تم اختيار أفراد الدراسة بطريقة قصدية، وتكوّنت عينة الدراسة من (٤٩) طالبة من مدرسة ريمون الثانوية للبنات في محافظة جرش، وتم توزيعها على مجموعتين: تجريبية (٢٦) طالبة وضابطة (٢٣) طالبة. حيث درست المجموعة التجريبية الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل (STEM)، ودرست المجموعة الضابطة الوحدة التعليمية المقررة للصف الثامن الأساسي بالطريقة الاعتيادية.

٦,٣ متغيرات الدراسة

اشتملت الدراسة على المتغيرات الآتية:

١. متغير مستقل: الوحدة التعليمية ولها مستويان:
 - وحدة مصممة وفق منحى التكامل (STEM).
 - الطريقة الاعتيادية.
٢. متغير تابع:
 - القياس البعدي لاكتساب المفاهيم البيئية ولمهاراته لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.
٣. متغير مضبوط الأثر:
 - القياس القبلي لاكتساب المفاهيم البيئية ولمهاراته لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.

٦,٤ فرضيات الدراسة

١. لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي أداء المجموعتين التجريبية والضابطة في اكتساب المفاهيم البيئية يعزى للوحدة (وحدة مصممة وفق منحى التكامل (STEM)، والطريقة الاعتيادية).
٢. لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي أداء المجموعتين التجريبية والضابطة في مهارات اكتساب المفاهيم البيئية (الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم في حل المشكلات، واستخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم) يعزى للوحدة (وحدة مصممة وفق منحى التكامل (STEM)، والطريقة الاعتيادية).

٦,٥ أداة الدراسة

- للإجابة عن أسئلة الدراسة تم جمع البيانات من خلال إعداد اختبار المفاهيم البيئية وفق الخطوات الآتية:
- تم تطوير اختبار اكتساب المفاهيم البيئية بالرجوع إلى الأدب التربوي السابق المتعلق بموضوع الدراسة، ومنها دراسة (العبيدانية، ٢٠١٦).

- تم تحديد المفاهيم البيئية المتضمنة موضوعات وحدة الكائنات الحية وبيئاتها في مادة العلوم للصف الثامن الأساسي،
- وتم رصد تكرارات كل مفهوم على حدة، ومن ثم حساب الوزن النسبي لكل مفهوم في المحتوى، وتحديد عدد الفقرات المخصصة لكل مفهوم في الاختبار، ووزعت (٣٥) فقرة حسب أبعاد قياس تعلم المفاهيم العلمية وفق زيتون (٢٠١٣) وتحديد الدرجة الكلية لكل بُعد.
- صياغة فقرات الاختبار: تمت صياغة فقرات الاختبار بصورته الأولية من نوع الاختيار من متعدد بأربعة بدائل.

❖ صدق الاختبار وثباته

تم التحقق من الصدق الظاهري للاختبار عن طريق عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين (معلمي العلوم، وأعضاء هيئة تدريس في مناهج العلوم)، وطلب منهم إبداء الرأي حول وضوح الأسئلة وقياسها للمفاهيم البيئية، وكتابة الملاحظات حول فقرات الاختبار وذلك للتأكد من سلامة الاختبار والصحة العلمية واللغوية لفقرات الاختبار، ودرجة ارتباط الفقرات بموضوعات الوحدة وبمستوى الطلبة وبالمحتوى الذي وضعت لقياسه، وملاءمة المموهات والبدائل لفقرات الاختبار، وفي ضوء التغذية الراجعة من المحكمين تم تعديل الصياغة اللغوية لبعض الفقرات واستبدال بعض البدائل وحذف بعض فقرات الاختبار. ليصبح عدد فقرات الاختبار (٣٥) فقرة الملحق (١). أما ثبات الاختبار فقد تم التحقق منه باستخدام طريقة الاختبار وإعادة الاختبار (Test-Retest) وذلك بتطبيقه على عينة استطلاعية مكونة من (٣٢) طالبة ومن خارج عينة الدراسة. بعد ذلك تم حساب معامل الارتباط بيرسون (Pearson) بين درجتيهما في الممرتين، إذا بلغ معامل الثبات (٠,٨١). كما تم أيضاً حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي بتطبيق معادلة كودر- ريتشاردسون ٢٠ (KR-20)، حيث بلغ (٠,٩٣) مما يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة كبيرة واعتبرت هذه القيم ملائمة لغايات هذه الدراسة (عودة، ٢٠١٤).

وتم أيضاً حساب معاملات الصعوبة والتمييز لفقرات الاختبار من خلال تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية مكونة من (٣٢) طالبة ومن خارج عينة الدراسة. وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٩-٠,٩٢) وتراوحت قيم معاملات تمييزها بين (٠,٣٠-٠,٧٨).

٦,٦ إجراءات الدراسة

١. تم اختيار الوحدة التعليمية، وتم إعداد أداة الدراسة والمتمثلة باختبار المفاهيم البيئية، والتحقق من صدقها وثباتها.
٢. إعداد دليل المعلم وفق منحنى التكامل (STEM) ثم عرضه على المحكمين، وإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم.
٣. ومقترحاتهم عليه.
٤. اختيار عينة الدراسة.
٥. تم تعريف وتدريب المعلمة، المكلفة بتدريس الوحدة الدراسية المصممة وفق منحنى التكامل (STEM).
٦. تم تطبيق أداة الدراسة على أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة تطبيقاً قبلياً وبعدياً.
٧. تدريس الوحدة الدراسية المصممة وفق منحنى التكامل (STEM) للمجموعة التجريبية. وللمجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية.
٨. تم جمع البيانات وتحليلها باستخدام برمجية الرزم الإحصائية (SPSS)، واستخلاص النتائج.

٧. نتائج الدراسة ومناقشتها

أولاً: النتائج المتعلقة بالسؤال الأول ومناقشتها: والذي ينص على " ما فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحنى التكامل (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي؟" والذي اشتقت منه الفرضية الآتية:

لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0,05$) بين متوسطي أداء المجموعتين التجريبية والضابطة

في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي يعزى للوحدة (وحدة مصممة وفق منحى التكامل (STEM)، والطريقة الاعتيادية). وللإجابة عن السؤال الأول، فقد تمّ حساب الوسطين الحسابيين والانحرافين المعياريين للقياسين القبلي والبعدي لأداء مجموعتي الدراسة من طالبات الصف الثامن الأساسي على اختبار المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية (الاعتيادية، ومنحى التكامل (STEM)، وذلك كما هو مبين في جدول (١).

جدول (١): الوسطان الحسابيان والانحرافان المعياريان للقياسين القبلي والبعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على اختبار المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية.

الوحدة التعليمية	العدد	القياس القبلي لاكتساب المفاهيم البيئية الوسط الحسابي * الانحراف المعياري	القياس البعدي لاكتساب المفاهيم البيئية الوسط الحسابي * الانحراف المعياري
الاعتيادية	٢٣	١٤,٧٠	٤,٧٤
منحى التكامل (STEM)	٢٦	١٦,٠٨	٣,٦٠

* العلامة العظمى هي (٣٥)

وقد تبين من جدول (١) أنّ مجموع الوسط الحسابي الكلي لدرجة اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات المجموعة الضابطة (١٦,٦٥) درجة بانحراف معياري (٦,٣٤) درجة. ومجموع الأوساط الحسابية الكلية لدرجة اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات المجموعة التجريبية (٣٠,١٩) درجة بانحراف معياري (٢,٥١) درجة. مما يؤكد وجود فرق ظاهري بين المتوسطين الحسابيين لدرجات الطالبات في المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار اكتساب المفاهيم البيئية ناتج عن اختلاف مستويي الوحدة التعليمية، وهو ما يرفض الفرضية الصفرية؛ وبهدف التحقق من جوهرية الفرق الظاهر بينهما؛ فقد تمّ إجراء تحليل التباين المُصاحب بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء المجموعتين التجريبية والضابطة على اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل (STEM) بعد تحييد أثر القياس القبلي لأدائهن عليه، وذلك كما هو مبين في جدول (٢).

جدول (٢): نتائج تحليل التباين المُصاحب بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء مجموعتي الدراسة على اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية بعد تحييد أثر القياس القبلي لأدائهن عليه.

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	وسط مجموع المربعات	F	احتمالية الخطأ	حجم الأثر
القياس القبلي للمفاهيم البيئية (مُصاحب)	٥٦١,٧٧	١	٥٦١,٧٧	٥٣,٨٩*	٠,٠٠	٠,٥٣٩٥
الوحدة التعليمية وفق منحى التكامل (STEM)	١,٨٢٣,٤٢	١	١,٨٢٣,٤٢	١٧٤,٩٣*	٠,٠٠	٠,٧٩١٨
الخطأ	٤٧٩,٤٩	٤٦	١٠,٤٢			
الكلي	٣,٢٧٨,٦٩	٤٨				

* دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$)

يتضح من جدول (٢) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$) بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء مجموعتي الدراسة على اكتساب المفاهيم البيئية يُعزى إلى الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل (STEM) حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة لمتغير منحى التكامل (STEM) (١٧٤,٩٣) بدلالة إحصائية بلغت (٠,٠٠)، ويتبين من الجدول (٢) أن قيمة حجم الأثر (D^2) لاستخدام الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى (STEM) في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات المجموعة التجريبية، بلغت (٠,٧٩١٨). وهذا يعني أن حجم الأثر الذي أحدثه المتغير المستقل في المتغير التابع كان بدرجة مرتفعة جداً وفق مقياس (الشرييني، ٢٠٠٧).

وبمعنى آخر أن المتغير المستقل يفسر حوالي (٠,٧٩٢) من التباين بين مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية وأن ما يقارب (٠,٢٠٨) من التباين في الأداء بين المجموعتين يعود إلى عوامل أخرى غير معروفة، أو غير مدروسة أو غير مضبوطة في هذه الدراسة. ولم يجد الباحث دراسات تتفق أو تختلف مع هذه النتيجة.

وبهدف التحقق من جوهرية الفرق الظاهري بينهما؛ ولتحديد لصالح أيّ من طالبات مجموعتي الدراسة فقد تمّ حساب الوسطين الحسابيين المُعدّلين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على اكتساب المفاهيم البيئية

والخطأين المعياريين لهما وفقاً للوحدة التعليمية، وذلك كما هو مبين في جدول (٣).

جدول (٣): الوسطان الحسابيان المعدلان للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على اكتساب المفاهيم البيئية والخطان المعياريان لهما وفترتا الثقة لهما وفقاً للوحدة التعليمية.

الوحدة التعليمية	الوسط الحسابي	الخطأ المعياري	فترة الثقة ضمن ٩٥٪	
			الحد الأدنى	الحد الأعلى
الاعتيادية	١٧,٢٦	٠,٦٨	١٥,٨٩	١٨,٦٢
منحى التكامل (STEM)	٢٩,٦٦	٠,٦٤	٢٨,٣٧	٣٠,٩٤

يتضح من جدول (٣) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين الوسطين الحسابيين المعدلين لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على اختبار اكتساب المفاهيم البيئية يُعزى للوحدة التعليمية بدلالة عدم تقاطع فترتي الثقة لهما؛ لصالح طالبات المجموعة التجريبية ممن تلقين الوحدة التعليمية المطوّرة وفقاً لمنحى التكامل (STEM) بوسط حسابي مُعدّل مقداره (٢٩,٦٦) مقارنةً بطلبة المجموعة الضابطة ممن تلقين الوحدة التعليمية الاعتيادية الواردة في المنهاج بوسط حسابي مُعدّل مقداره (١٧,٢٦)؛ بحيث في حال الانتقال من طلبة المجموعة الضابطة ممن تلقين الوحدة التعليمية الاعتيادية الواردة في المنهاج إلى طلبة المجموعة التجريبية ممن تلقوا الوحدة التعليمية المطورة وفقاً لمنحى التكامل (STEM)؛ فإنه يطرأ اكتساب للمفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بمقدار (٧٩,١٨٪). وبالتالي فإن الوحدة التعليمية المطوّرة وفقاً لمنحى التكامل (STEM) لها أثر كبير جداً في تحفيز طالبات الصف الثامن الأساسي للمشاركة في تنفيذ الأنشطة الواردة في الوحدة المطورة.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني ومناقشتها: والذي ينص على " ما فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحى التكامل (STEM) في تنمية مهارات اكتساب المفاهيم البيئية (الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم في حل المشكلات، واستخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم) في مادة العلوم لدى طالبات الصف الثامن الأساسي؟

والذي اشتقت منه الفرضية الآتية:

لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي أداء المجموعتين التجريبية والضابطة في مهارات اكتساب المفاهيم البيئية (الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم في حل المشكلات، واستخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم) يعزى للوحدة (وحدة مصممة وفق منحى التكامل (STEM) والطريقة الاعتيادية). وللإجابة عن السؤال الثاني؛ فقد تمّ حساب الوسطين الحسابيين والانحرافين المعياريين للقياسين القبلي والبعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية، وذلك كما هو مبين في جدول (٤).

جدول (٤): الوسطان الحسابيان والانحرافان المعياريان للقياسين القبلي والبعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية.

مهارات اكتساب المفاهيم البيئية	الوحدة التعليمية	العدد	القياس القبلي		القياس البعدي	
			الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
تحديد الدلالة اللفظية (أ)	الاعتيادية	٢٣	٢,٢٦	١,٢٩	١,٨٣	١,١٥
	منحى التكامل (STEM)	٢٦	١,٩٦	١,١١	٣,٥٨	٠,٦٤
اكتشاف المفهوم العلمي (ب)	الاعتيادية	٢٣	٦,٠٤	٢,٦٧	٧,٨٣	٣,٣٨
	منحى التكامل (STEM)	٢٦	٧,١٥	١,٧٦	١٣,٦٢	١,٢٧
تفسير الملاحظات (ج)	الاعتيادية	٢٣	٢,١٧	١,١٥	٢,٢٢	١,٤٨
	منحى التكامل (STEM)	٢٦	٢,٥٤	١,١٤	٤,٤٢	٠,٧٠
استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (د)	الاعتيادية	٢٣	١,٢٢	٠,٨٠	١,٥٢	١,٠٤
	منحى التكامل (STEM)	٢٦	١,٣٨	١,١٣	٢,٦٩	٠,٦٨
استخدام المفهوم العلمي	الاعتيادية	٢٣	٣,٠٠	١,٣١	٣,٢٦	١,٢٩

٠,٣٣	٥,٨٨	١,٢٨	٣,٠٤	٢٦	منحى التكامل (STEM)	في الاستدلال والتعميم(هـ)
------	------	------	------	----	---------------------	---------------------------

- العلامة العظمى هي (٤).
- العلامة العظمى هي (١٦).
- العلامة العظمى هي (٥).
- العلامة العظمى هي (٤).
- العلامة العظمى هي (٦).

يلاحظ من جدول (٤) وجود فرق ظاهر بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية ناتج عن اختلاف مستويي الوحدة التعليمية، وهو ما يرفض الفرضية الصفرية؛ وبهدف التحقق من جوهرية الفرق الظاهر بينهما؛ فقد تمّ حساب معاملات الارتباط بين القياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية متبوعة بإجراء اختبار بارتلليت (Bartlett) وفقاً للوحدة التعليمية؛ وذلك لتحديد نوع تحليل التباين المصاحب الواجب استخدامه في ضوء قوة العلاقة الارتباطية بينها، وذلك كما هو مبين في جدول (٥).

جدول (٥): نتائج اختبار بارتلليت بين معاملات الارتباط للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية.

العلاقة وفق الوحدة التعليمية	القياس البعدي لتحديد الدلالة اللفظية	القياس البعدي لاكتشاف المفهوم العلمي	القياس البعدي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات
القياس البعدي لاكتشاف المفهوم العلمي	*٠,٥٦		
القياس البعدي لتفسير الملاحظات	٠,١٢-	*٠,٢٣-	
القياس البعدي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات	*٠,٣٧	*٠,٢٠	*٠,٢٢
القياس البعدي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم	*٠,٢٣	*٠,٣٦	٠,١٢
اختبار Bartlett للكروية	نسبة الأرجحية العظمى	χ^2 التقريبية	درجة الحرية
	٠,٠٠	*٩٣,٩٣	١٤

* دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$).

يتضح من جدول (٥) وجود تناسب دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$) بين معاملات الارتباط للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية يُعزى للوحدة التعليمية؛ بما يُفيد وجوب استخدام تحليل التباين المصاحب المتعدد بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية مُجمعة وفقاً للوحدة التعليمية بعد تحديد أثر القياس القبلي لأدائهن فيها، وذلك كما هو مبين في جدول (٦).

جدول (٦): نتائج تحليل التباين المصاحب المتعدد بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية وفقاً للوحدة التعليمية بعد تحييد أثر القياس القبلي لأدائهن فيها.

الأثر	تحليل التباين المصاحب المتعدد		F الكلية	درجة حرية:		احتمالية الخطأ	حجم الأثر
	نوعه	قيمه		الف رضية	الخ طاً		
القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحب)	Wilks' Lambda	٠,٦٢	٤,٧١	٥	٣٨	٠,٠٠	٠,٣٨ ٢٧
القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحب)	Wilks' Lambda	٠,٦٨	٣,٦٣	٥	٣٨	٠,٠١	٠,٣٢ ٣٢
القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحب)	Wilks' Lambda	٠,٨٤	١,٤٥	٥	٣٨	٠,٢٣	٠,١٦ ٠٠
القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحب)	Wilks' Lambda	٠,٩٠	٠,٨٩	٥	٣٨	٠,٥٠	٠,١٠ ٥٠
القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم (مُصاحب)	Wilks' Lambda	٠,٨٩	٠,٩١	٥	٣٨	٠,٤٩	٠,١٠ ٦٥
الوحدة التعليمية	Hotelling's Trace	٥,٧٧	٤٣,٨ *٥	٥	٣٨	٠,٠٠	٠,٨٥ ٢٣

* دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$)

يتضح من جدول (٦) وجود أثر دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha = ٠,٠٥$) للوحدة التعليمية في القياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية مجتمعةً. ولتحديد على أيّ من مهارات اكتساب المفاهيم البيئية قد كان أثر الوحدة التعليمية؛ فقد تمّ إجراء تحليل التباين المصاحب بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية كلّ على حدة وفقاً للوحدة التعليمية بعد تحييد أثر القياس القبلي لأدائهن فيها، وذلك كما هو مبين في جدول (٧).

جدول (٧): نتائج تحليل التباين المصاحب بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية كلّ على حدة وفقاً للوحدة التعليمية بعد تحييد أثر القياس القبلي لأدائهن فيها

المتغير التابع	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	وسط مجموع المربعات	F	احتمالية الخطأ	حجم الأثر
القياس البعدي لتحديد الدلالة اللفظية	القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحب)	٥,٣٣	١	٥,٣٣	٩,٠٢	٠,٠٠	٠,١٧٦٩
	القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحب)	٤,٠٤	١	٤,٠٤	٦,٨٣	٠,٠١	٠,١٣٩٩
	القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحب)	١,٨٨	١	١,٨٨	٣,١٩	٠,٠٨	٠,٠٧٠٦
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحب)	٠,٤١	١	٠,٤١	٠,٧٠	٠,٤١	٠,٠١٦٣
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم (مُصاحب)	٠,٢٤	١	٠,٢٤	٠,٤٠	٠,٥٣	٠,٠٠٩٤
	الوحدة التعليمية	٢٩,٢٨	١	٢٩,٢٨	*٤٩,٥٦	٠,٠٠	٠,٥٤١٣
القياس البعدي لاكتشاف المفهوم العلمي	الخطأ	٢٤,٨٢	٤٢	٠,٥٩			
	الكلي	٧٧,٠٦	٤٨				
	القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحب)	١٢,٢٤	١	١٢,٢٤	٣,٢٨	٠,٠٨	٠,٠٧٢٤
	القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحب)	٤١,٤٣	١	٤١,٤٣	١١,١٠	٠,٠٠	٠,٢٠٩٠
	القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحب)	١٣,٣٩	١	١٣,٣٩	٣,٥٩	٠,٠٧	٠,٠٧٨٧
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحب)	٠,٩٤	١	٠,٩٤	٠,٢٥	٠,٦٢	٠,٠٠٦٠
القياس البعدي لاكتشاف المفهوم العلمي	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في	٦,١٥	١	٦,١٥	١,٦٥	٠,٢١	٠,٠٣٧٧

الاستدلال والتعميم (مُصاحِب)					
الوحدة التعليمية	٢٩٨,٣٢	١	٢٩٨,٣٢	*٧٩,٨٩	٠,٠٠
الخطأ	١٥٦,٨٤	٤٢	٣,٧٣		٠,٦٥٥٤
الكلي	٧٠٠,٤٩	٤٨			
القياس البعدي لتفسير الملاحظات	القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحِب)	١	٦,٢٤	٦,٠٤	٠,٠٢
	القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحِب)	١	٣,١٩	٣,٠٨	٠,٠٩
	القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحِب)	١	١,٦٨	١,٦٣	٠,٢١
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحِب)	١	٠,١٢	٠,١٢	٠,٧٣
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم (مُصاحِب)	١	٠,٤٤	٠,٤٣	٠,٥٢
	الوحدة التعليمية	١	٤٨,٢١	*٤٦,٦٦	٠,٠٠
	الخطأ	٤٢	٤٣,٤٠	١,٠٣	
	الكلي	٤٨	١١٩,٦٣		
	القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحِب)	١	٣,٥٤	٥,٧٠	٠,٠٢
	القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحِب)	١	٠,٧٢	١,١٧	٠,٢٩
القياس البعدي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات	القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحِب)	١	٢,٠٠	٣,٢٢	٠,٠٨
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحِب)	١	٠,١١	٠,١٨	٠,٦٧
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم (مُصاحِب)	١	٠,٢٢	٠,٣٦	٠,٥٥
	الوحدة التعليمية	١	١٣,٥٧	*٢١,٨٥	٠,٠٠
	الخطأ	٤٢	٢٦,٠٩	٠,٦٢	
	الكلي	٤٨	٥٢,٠٠		
	القياس القبلي لتحديد الدلالة اللفظية (مُصاحِب)	١	٦,٩٢	١١,٥٢	٠,٠٠
	القياس القبلي لاكتشاف المفهوم العلمي (مُصاحِب)	١	٢,٦٦	٤,٤٢	٠,٠٤
	القياس القبلي لتفسير الملاحظات (مُصاحِب)	١	٠,٢٢	٠,٣٧	٠,٥٤
	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات (مُصاحِب)	١	١,١٥	١,٩١	٠,١٧
القياس البعدي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم	القياس القبلي لاستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم (مُصاحِب)	١	٢,٦٠	٤,٣٣	٠,٠٤
	الوحدة التعليمية	١	٧٤,٨٦	*١٢٤,٥٦	٠,٠٠
	الخطأ	٤٢	٢٥,٢٤	٠,٦٠	
	الكلي	٤٨	١٢٣,١٠		

* دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$).

يتضح من جدول (٧) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين الوسطين الحسابيين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية يُعزى للوحدة التعليمية؛ ولتحديد لصالح أيٍّ من طلبة مجموعتي الدراسة كان الفرق الجوهرى؛ فقد تمَّ حساب الوسطين الحسابيين المُعدّلين للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية والخطأين المعياريين لهما وفقاً للوحدة التعليمية، وذلك كما هو مُبيّن في جدول (٨).

جدول (٨): الوسطان الحسابيان المعدلان للقياس البعدي لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية والخطأين المعياريين لهما وفترتا الثقة لهما وفقاً للوحدة التعليمية.

القياس البعدي لمهارات المفاهيم البيئية	الوحدة التعليمية	الوسط الحسابي	الخطأ المعياري	فترة الثقة ٩٥٪	
				الحد الأدنى	الحد الأعلى
تحديد الدلالة اللفظية	الاعتيادية	١,٨٩	٠,١٦	١,٥٦	٢,٢٣
اكتشاف المفهوم العلمي	منحى التكامل (STEM)	٣,٥٢	٠,١٥	٣,٢١	٣,٨٣
	الاعتيادية	٨,١٥	٠,٤١	٧,٣١	٨,٩٨

١٤,١١	١٢,٥٥	٠,٣٩	١٣,٣٣	منحى التكامل (STEM)	
٢,٧٢	١,٨٤	٠,٢٢	٢,٢٨	الاعتيادية	تفسير الملاحظات
٤,٧٨	٣,٩٥	٠,٢٠	٤,٣٧	منحى التكامل (STEM)	
١,٩٠	١,٢٢	٠,١٧	١,٥٦	الاعتيادية	استخدام المفهوم العلمي
٢,٩٨	٢,٣٤	٠,١٦	٢,٦٦	منحى التكامل (STEM)	في حل المشكلات
٣,٦١	٢,٩٤	٠,١٧	٣,٢٨	الاعتيادية	استخدام المفهوم العلمي
٦,١٨	٥,٥٦	٠,١٦	٥,٨٧	منحى التكامل (STEM)	في الاستدلال والتعميم

يتضح من جدول (٨) وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين الوسطين الحسابيين المعدّلين لأداء طالبات الصف الثامن الأساسي على مهارات اكتساب المفاهيم البيئية (تحديد الدلالة اللفظية، واكتشاف المفهوم العلمي، وتفسير الملاحظات، واستخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات، واستخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم) يُعزى للوحدة التعليمية بدلالة عدم تقاطع فترتي الثقة لهما لأيّ مهارات اكتساب المفاهيم البيئية؛ لصالح طلبة المجموعة التجريبية ممن تلقين الوحدة التعليمية المطوّرة وفقًا لمنحى التكامل (STEM) بوسط حسابي مُعدّل مقداره (٣,٥٢) لمهارة تحديد الدلالة اللفظية، ١٣,٣٣ لمهارة اكتشاف المفهوم العلمي، ٤,٣٧ لمهارة تفسير الملاحظات، ٢,٦٦ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات، ٥,٨٧ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم) على الترتيب حسب الظهور مُقارنَةً بطلبة المجموعة الضابطة ممن تلقين الوحدة التعليمية الاعتيادية الواردة في المنهاج بوسط حسابي مُعدّل مقداره (١,٨٩) لمهارة تحديد الدلالة اللفظية، ٨,١٥ لمهارة اكتشاف المفهوم العلمي، ٢,٢٨ لمهارة تفسير الملاحظات، ١,٥٦ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات، ٣,٢٨ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم) على الترتيب حسب الظهور؛ بحيث في حال الانتقال من طلبة المجموعة الضابطة ممن تلقين الوحدة التعليمية الاعتيادية الواردة في المنهاج إلى طلبة المجموعة التجريبية ممن تلقين الوحدة التعليمية المطوّرة وفقًا لمنحى التكامل (STEM)؛ فإنّه يطرأ اكتساب للمفاهيم البيئية في ضوء مهاراته لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بمقدار (٧٤,٧٨٪) لمهارة استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم، ٦٥,٥٤٪ لمهارة اكتشاف المفهوم العلمي، ٥٤,١٣٪ لمهارة تحديد الدلالة اللفظية، ٥٢,٦٣٪ لمهارة تفسير الملاحظات، ٣٤,٢٢٪ لمهارة استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات) على الترتيب تنازليًا حسب أهمية حجم الأثر.

وبناءً على النتيجة أعلاه يمكن القول إن طالبات المجموعة التجريبية قد كان أدأهن أفضل في اختبار مهارات اكتساب المفاهيم البيئية في الفقرات التي تتضمن مهارة استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم، وبحجم أثر بلغت قيمته (٧٤,٧٨٪) وهو أثر كبير جدًّا، ويمكن تبرير ذلك بأن الطالبات قمن ببذل جهد أكبر في فهم ودراسة تلك المفاهيم لأهميتها، ولم يجد الباحث دراسات تتفق أو تختلف مع هذه النتيجة. وعليه فإن تصميم الوحدة التعليمية وفق منحى التكامل (STEM) له أثر إيجابي في اكتساب المفاهيم البيئية وتحسين مهارات اكتساب المفاهيم البيئية؛ من خلال توفير بيئة ملائمة للتعليم النشط المتمركز حول الطالب، وتقديم المعرفة العلمية بصورة وظيفية تربط بين هذه المعارف وتطبيقاتها الحياتية، وربط موضوعات الوحدة المصممة بالحياة الواقعية للطالبات وما يلاحظن من مشكلات واقعية في بيئتهن. لقد أتاحت الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل (STEM) للطالبات الفرصة لتوظيف ما تعلمنه من معارف ومفاهيم في حل ما يواجهن من مشكلات في حياتهن اليومية وتدريبهن على مهارات حل هذه المشكلات بطريقة علمية، وتضمنت الوحدة التعليمية المصممة وفق منحى التكامل STEM أنشطة تم فيها عرض نماذج من التدريبات، والمواقف، والتجارب، والتساؤلات التي تتطلب من المتعلمين استخدام وحدات القياس، واستخدام الأرقام الرياضية لحل العمليات الحسابية، وتفسير الظواهر، والقدرة على اقتراح حلول للمشكلات البيئية المتضمنة في الوحدة التعليمية. وتضمنت الوحدة كذلك معلومات حياتية واقعية عن الأحداث، والمفاهيم، والقضايا البيئية المعاصرة، وتنوع في الأنشطة البيئية والتي اشتملت على مهارات العصف الذهني، وأنشطة استقصائية، وعمل رسومات للتصميم، وأشكال توضيحية، والبحث من خلال الإنترنت، وتطبيق المفاهيم الرياضية وإعداد للمواد والأدوات اللازمة للتصميم، وتنفيذ التصميم مما ساعد على تحفيز الطالبات للمشاركة النشطة في تنفيذ الأنشطة التعليمية، ونمت الشعور بالمتعة والسعادة والاستمتاع بتعلم العلوم، وغرس لديهن حب العمل في مجموعات تعاونية مما أتاح لهن الفرصة في فهم أعمق للمحتوى العلمي نتيجة لممارستهن لعمليات العلم وكذلك استخدام التكنولوجيا وانت جمع البيانات والصور كان له الأثر الكبير في تنمية الشعور الإيجابي بأهمية وقيمة التكنولوجيا في حياتهن اليومية، مما أدى إلى زيادة اكتسابهن واستيعابهن للمفاهيم البيئية الواردة في الوحدة التعليمية.

٨. التوصيات

في ضوء النتائج خرجت الدراسة بالتوصيات الآتية:

١. توفير منحى التكامل (STEM) في تعليم وحدات جديدة في العلوم؛ لأثره الواضح في اكتساب المفاهيم البيئية، والعمل على تدريب معلمي العلوم على آلية توفير منحى التكامل (STEM) في التعليم.
٢. تضمين أنشطة تربوية بيئية إثرائية في مادة العلوم قائمة على منحى التكامل (STEM)؛ بهدف زيادة اكتساب المفاهيم البيئية وتنمية الوعي والمسؤولية البيئية لدى الطلبة.
٣. إجراء البحوث والدراسات للبحث عن أسباب تدني اكتساب المفاهيم البيئية لدى الطلبة في صفوف مختلفة ومناهج مختلفة.

بيان تضارب المصالح

يقر جميع المؤلفين أنه ليس لديهم أي تضارب في المصالح.

المراجع

- أبو موسى، أسماء. (٢٠١٩). *فاعلية وحدة في العلوم مصممة وفق منحى (STEM) التكامل في تنمية الممارسات العلمية لدى طالبات الصف التاسع* [رسالة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.
- أبو يوسف، غادة. (٢٠١٠). *التدهور البيئي في الأردن*. عمان، الأردن: منشورات الجمعية الملكية لحماية البيئة.
- بن سعيد، تهاني. (٢٠١١). *تقويم محتوى مناهج العلوم الفلسطينية للمرحلة الأساسية العليا في ضوء المعايير العالمية* [رسالة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، جامعة الأزهر، فلسطين.
- خجا، بارعة والمحيسن إبراهيم. (٢٠١٥). *التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول* (توجيه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM))، جامعة الملك سعود، الرياض، ٥-٧ مايو (ص. ١٣-٣٩).
- رزق، فاطمة. (٢٠١٥). *استخدام مدخل STEM التكامل لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومهارات اتخاذ القرار لدى طلبة الفرقة الأولى بكلية التربية*. مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ٦٢ (٢)، ٧٩-١٢٨.
- الرواحي، ليلي. (٢٠١٤). *أثر استراتيجية التعلم المبني على المشروع في تنمية المفاهيم البيئية والاتجاه نحو البيئة لدى طلبة الصف الرابع الأساسي* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمان.
- زيتون، عايش. (٢٠١٣). *أساليب تدريس العلوم*. عمان، الأردن: دار الشروق للنشر والتوزيع.
- السعدي، غانم. (٢٠١٥). *أثر استراتيجية دراسة الحالة في تحصيل طلاب الصف السادس الأساسي لمادة العلوم والاتجاهات نحو قضايا البيئة* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمان.
- السعود، راتب. (٢٠١٣). *الإنسان والبيئة (دراسة في التربية البيئية)* (ط. ٥). عمان، الأردن: دار الثقافة.

References

- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. *National Science Teachers Association*, Arlington, Virginia.
- Cullen, G. R. (2001). The status of environmental education with respect to the goal of responsible citizenship behavior. *Essential readings in environmental education*, 21, 37-45.
- Ford, M. (2004). Environmental education in the condor bioserve: Current status and recommendations for future work. *Journal of Sustainable Forestry*, 18(2-3), 257-275.

- Heitkamp, M. A. (2016). The impacts of classroom STEM-themed environmental investigations on middle school environmental literacy. *Hamline University, Saint Paul, Minnesota*. Retrieved 10 Jun 2019 from: <https://digitalcommons.hamline.edu/cgi/viewcontent.cgi?referrer=https://www.google.cath>
- Helvaci, S. C., & Helvaci, I. (2019). An interdisciplinary environmental education approach: Determining the effects of E-STEM activity on environmental awareness. *Universal Journal of Educational Research*, 7(2), 337-346.
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), 96-122.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1-11.
- Kim, H. (2011). Picking up STEAM? Reflections on Korea's Korean National Commission for Creative Education Policy. *UNESCO APEID conference*, Jakarta, Indonesia.
- Lurker, R. (2012). A model that provides learners an orchestrated immersion in engineering, technology, science & general education in nontraditional multisensory learning environments. A *21st Century (STEM) Teacher Preparation Model Conference*, ITEEA, California.
- Sakolrat, K. (2018). Development of upper secondary school students' environmental literacy using green STEM education approach. *Chulalongkorn University*, Japan.
- Soper, E., Fano, E., Hammonds, J., & National Wildlife Federation (NWF). (2015). Green STEM: How environment-based education boosts student engagement and academic achievement in science, technology, engineering, and math. *National Wildlife Federation*, Reston, VA.
- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions. *NGA Center for Best Practices*.
- Tikka, P. M., Kuitunen, M. T., & Tynys, S. M. (2000). Effects of educational background on students' attitudes, activity levels, and knowledge concerning the environment. *The Journal of Environmental Education*, 31(3), 12-19.
- Ua-Umakul, A. N. O. N., & Chaiwatchatuphon, O. R. R. A. P. H. A. T. K. A. N. (2018). The effects of using STEM project-based learning activities on environmental problem-solving ability of upper secondary school students in Bangkok metropolis. *International Journal of Educational Science and Research*, 8(1), 1-8.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Yildirim, B. (2016). An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.